

ISBN : 978-979-96565-5-1

PROSIDING

PENINGKATAN KUALITAS PENELITIAN
DAN PENDIDIKAN PASCASARJANA

VOLUME

1



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

Program Pascasarjana



SEMINAR NASIONAL **IX**
PASCASARJANA - 2009

Surabaya, 12 Agustus 2009

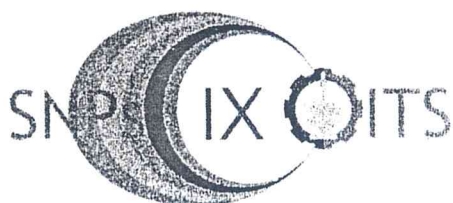
PROSIDING

SEMINAR PASCASARJANA IX ITS 2009
(SNPs IX ITS 2009)

ISBN NO: 978-979-96565-5-1

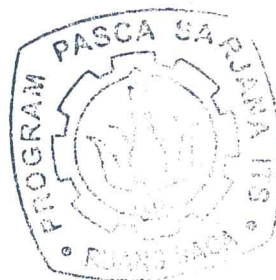
TEMA:

PENINGKATAN KUALITAS PENELITIAN DAN PENDIDIKAN PASCASARJANA



SURABAYA, 12 AGUSTUS 2009

GEDUNG PASCASARJANA ITS SURABAYA



JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

DAFTAR ISI

	Hal
Cover	
Kata Pengantar	i
Susunan Panitia	iii
Daftar Isi	v

Volume I.

Makalah Bidang: FISIKA DAN T. ELEKTERO

I. FISIKA

Nama	Judul	Kode
Ahmad Sholihan, Bagus Jaya Santosa	ANALISIS DISPERSI GELOMBANG RAYLEIGH STRUKTUR GEOLOGI BAWAH PERMUKAAN STUDI KASUS : DAERAH PASIR PUTIH DALEGAN GRESIK	FIS - 01
Almunawar Khalil, Sri Yani Purwaningsih, Darminto	PENGARUH DOPING EMAS DAN PERLAKUAN ANIL PADA SENSITIVITAS LAPISAN TIPIS SnO ₂ UNTUK SENSOR GAS CO	FIS - 02
Anis Nur Laili, Darminto	SINTESIS BAHAN SUPERKONDUKTOR BiSr ₂ CaCu ₂ O _y (Bi-1212) DENGAN VARIASI DOPAN MELALUI METODE PENCAMPURAN BASAH	FIS - 03
Anwar Santoso	VARIASI POLA KOMPONEN H MEDAN GEOMAGNET STASIUN BIAK SAAT KEJADIAN SOLAR ENERGETIC PARTICLE (SEP) KUAT PADA SIKLUS MATAHARI KE-23	FIS - 04
Bachtiar Anwar	MONITORING HIGH-SPEED PARTICLE STREAM FROM EQUATORIAL CORONAL HOLE	FIS - 05
Bambang Setiajadi	GLOBAL MHD SIMULATION OF THE MAGNETOSPHERIC RESPONSE DUE TO TRANSIENT SOLAR WIND STUDIED AT LAPAN WATUKOSEK 2009: THE SPACE EARLY WARNINGS	FIS - 06
Basri , Dr.Mochamad Zainuri, Zaenal Arifin	PENGARUH PERLAKUAN PANAS TEMPER T6 DAN T351 TERHADAP PERILAKU KOROSI PADUAN ALUMINIUM AA2024 DALAM LARUTAN 0,05 M NaCl	FIS - 07
Dedi Setiawan , Triwikantoro, Heny Faisal , Wagiyo	PENGARUH NITRIDASI TERHADAP KETAHANAN KOROSI STAINLESS STEEL AISI 316L DALAM CAIRAN TUBUH TIRUAN	FIS - 08
Zainul Musafak, Bagus Jaya Satosa	INTERPRETASI METODE MAGNETIK UNTUK PENENTUAN STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN DI SEKITAR GUNUNG KELUD KABUPATEN KEDIRI	FIS - 09
Didi Muhtadi, Yono Hadi Pramono	ANTENA MIKROSTRIP SLOT BERSTRUKTUR KUPU- KUPU DENGAN FEEDING CO-PLANAR WAVEGUIDE	FIS - 10

Era Budi Prayekti, Melania Suweni Muntini,Agoes Soetijono, Agus Rubiyanto Frida U. Ermawati	KUANTISASI WARNA VARIETAS UNGGUL KACANG KEDELAJ	FIS - 11
Habirun	ERP INVESTIGATION ON SPIN FLIPS SATELLITE LINES OF TRAPPED HYDROGEN ATOMS IN SOLIDS H ₂	FIS – 12
	REKONSTRUKSI MODEL VARIASI KOMPONEN H POLA HARI TENANG STASIUN GEOMAGNET TANGERANG	FIS – 13
Haning Hasbiyati, Triwikantoro	ANALISIS FASA KRISTAL BAHAN GLAS METALIK BERBASIS ZIRKONIUM ANTARA TEMPERATUR 410°C - 430°C	FIS – 14
Hildayati, Triwikantoro, Heny Faisal, Sudirman	SINTESIS DAN KARAKTERISASI BAHAN KOMPOSIT KARET ALAM-SILIKA	FIS – 15
Hisbulloh Huda, Bagus Jaya Santosa	PENCITRAAN STRUKTUR PERMUKAAN BAWAH TANAH DENGAN MENGGUNAKAN ANALISA KURVA DISPERSI STUDI KASUS: KAMPUS GEOMATIKA FTSP ITS SURABAYA	FIS – 16
Ihsan, Sri Yani Purwaningsih, Triwikantoro	FABRIKASI SENSOR GAS KARBON MONOKSIDA (CO) BERBASIS LAPISAN TIPIS ZnO:Al	FIS – 17
Indra Fitriliyana, Oki Satriawan, Widya Utama	INTERPRETASI STRUKTUR DAN SEDIMENTASI RESERVOAR FORMASI PARIGI SUMUR "B-29" LAPANGAN ITS CEKUNGAN JAWA BARAT MENGGUNAKAN FULLBOREFORMATION MICRO IMAGER LOG (FMI)	FIS – 18
L Muhammad Musafar K	POWER SPECTRAL DISTRIBUTION OF Pc3 MAGNETIC PULSATIONS OBSERVED AT BIAK DURING DESCENDING-PHASE OF SOLAR ACTIVITY	FIS – 19
Lukman , Triwikantoro	PENGARUH UNSUR KOROSIF PADA AIR HUJAN TERHADAP PERILAKU KOROSI BAJA KARBON RENDAH	FIS – 20
M. Saleh, M. Zainuri	PENGARUH PELAPISAN OKSIDA SiO ₂ PADA PERMUKAAN PARTIKEL SiC TERHADAP KUALITAS IKATAN ANTARMUKA KOMPOSIT Al-SiC	FIS - 21
M Shohib Anwar, Darminto	PENGUNAAN DOPAN Pb , Ba DALAM SINTESIS BAHAN SUPERKONDUKTOR Bi-Sr-Ca-Cu-O FASA 1223 MELALUI METODE PENCAMPURAN BASAH	FIS – 22
Mohamad Rauf, Widya Utama	APLIKASI METODE GEOLISTRIK UNTUK MENENTUKAN CADANGAN FOSFAT: STUDI KASUS SUKOLILO, PATI JAWA TENGAH	FIS – 23
Mursalin, Suminar Pratapa, Heny Faisal	PENGARUH PERLAKUAN PANAS AGING TERHADAP PERILAKU KOROSI PADUAN ALUMINIUM SERI 6061 DALAM LARUTAN 0,05M HCl	FIS – 24
Muwahidah Nurhasanah, Melania Suweni Muntini, Yanurita Dwi Hapsari	OPTIMASI SISTEM PENGUKURAN MELALUI MODIFIKASI PENGKONDISI SINYAL PADA SENSOR GAS CO	FIS – 25

Nadifatul Fuadiyah, Widya Utama,Totok Parafianto	ANALISIS PETROFISIKA BANTUAN KARBONAT PADA LAPANGAN DIF FORMASI PARIGI CEKUNGAN JAWA BARAT UTARA	FIS – 26
Nugrahani Primary Putri, Darminto	MORFOLOGI DAN SIFAT LISTRIK FILM NANOKOMPOSIT PANi/HCl/Fe ₃ O ₄	FIS – 27
Nurmawati, ZaenalArifin, Darminto	PENGARUH PERLAKUAN PANAS T6 DAN T78 PADA KOROSI LOKAL PADUAN ALUMINIUM 6063	FIS - 28
Ridhwan, Dwa Desa Warnana, Widya Utama	PENGUNAAN METODE RESISTIVITAS 3-DIMENSI: UNTUK MENGETAHUI BIDANG LONGSOR PADA DAERAH RAWAN LONGSOR DI DESA KEMUNING LOR KECAMATAN ARJASA KABUPATEN JEMBER SEBAGAI BAGIAN DARI MITIGASI BENCANA LONGSOR,	FIS – 29
Sitti Aminah, Mochamad Zainuri, Zaenal Arifin	ANALISIS ELEKTROKIMIA PADUAN AA3003 DAN 5052 DALAM LARUTAN METANOL TERKONTAMINASI HCl DAN H ₂ SO ₄	FIS – 30
Suyanto, Miftahuddin	PENERAPAN PID CONTROLLER PADA SISTEM PENGENDALIAN TEMPERATUR PADA PROSES PEMBUATAN KACA LEMBARAN DI PT ASAHIMAS FLAT GLASS, TBK SIDOARJO	FIS - 31
Tofan Tri Oktora, Eddy Yahya	SIFAT ELEKTRONIK SILIKON AMORF TERHIDROGENASI TIPE P YANG DIDEPOSISI DENGAN SISTEM PECVD	FIS – 32
Wahyu Tristiyoherrni, Mualimin, Widya Utama	ANALISIS PRE-STACK TIME MIGRATION (PSTM) PADA DATA SEISMIK 2D DENGAN MENGGUNAKAN METODE KIRCHOFF PADA LAPANGAN "ITS" CEKUNGAN JAWA BARAT UTARA	FIS – 33
Yenny Agustine Shovia Insany, Suminar Pratapa	KARAKTERISASI MIKROSTRUKTUR NANOKRISTAL SPINEL-MgAl ₂ O ₄ HASIL PENGGIJILAN	FIS – 34

II. T. ELEKTRO

Abdelrahim Ahmed Mohammed Ate, Rusdhianto Effendie,	CONTROLLING VERTICAL TILT, YAW RATE AND NAVIGATION OF AUTONOMOUS BICYCLE BY USING NEURO-FUZZY SYSTEM	ELK – 01
Ali Musyafa, Soedibjo, I Made Yulistiya Negara, Imam Robandi	PERANCANGAN CONTROL LOGIKA FUZY PADA SUDUT ANGGUK SEBAGAI VARIABEL KECEPATAN TURBIN ANGIN	ELK – 02
Alief Wikarta	SOLUTIONS OF CRACK PROBLEM NEAR COATED ELLIPTICAL HOLE IN ANTI-PLANE ELASTICITY	ELK – 03
Benrad Edwin Simanjuntak, Muhammad Rivai	DETEKSI KEBUSUKAN DAGING MENGGUNAKAN SENSOR POLIMER KONDUKTIF DAN NEURAL NETWORK	ELK – 04

Budi Setiyono, Mauridhi Hery P, Mochamad Hariadi	SUPERRESOLUTION MENGGUNAKAN PHASED BASED IMAGE MATCHING	ELK – 05
Budi Tri Cahyono, Ketut Eddy P, Moch Hariadi	SEGMENTASI EXUDATE PADA FUNDUS PENDERITA DIABETIC RETINOPATHY MENGGUNAKAN BRANCHES FILTERING	ELK - 06
Eviv Lailyana, I Ketut Eddy Purnama	SEGMENTASI PARU-PARU PADA CITRA X-RAY MENGGUNAKAN LEVEL SET	ELK – 07
Destuardi, Surya Sumpeno	KLASIFIKASI EMOSI UNTUK TEKS BAHASA INDONESIA MENGGUNAKAN METODE NAIVE BAYES	ELK – 08
Iwan Purwonugroho Hari Putra	POLA PENATAN RUANG PASAR SEBAGAI DASAR PEMBUATAN GAME SIMULASI PASAR BERBASIS FINITE STATE MACHINE	ELK – 09
John Maspupu	ANALISIS MULTIRESPOLUSI MORLET WAVELET SEBAGAI KELENGKAPAN PEMROSESAN SINYAL ULF GEOMAGNET	ELK – 10
Khairul Anam	PEMBELAJARAN FUZZY Q-LEARNING PADA ROBOT MANDIRI UNTUK PERILAKU MENGHINDARI HALANGAN PADA LINGKUNGAN TIDAK TERSTRUKTUR	ELK – 11
Khairul Anam	SISTEM KENDALI BEHAVIOR-BASED DENGAN KEMAMPUAN BELAJAR MENGGUNAKAN FUZZY Q- LEARNING UNTUK SISTEM NAVIGASI ROBOT MANDIRI	ELK – 12
Masy Ari Ulinuha, I Ketut Eddy Purnama Mochamad Hariadi	SEGMENTASI OPTIC DISK PADA PENDERITA DIABETIC RETINOPATHY MENGGUNAKAN GVF SNAKE	ELK – 13
Muldi Yuhendri, Mochammad Ashari, Mauridhi Hery Purnomo	MAXIMUM OUTPUT POWER TRACKING DENGAN METODE INDIRECT FIELD ORIENTED CONTROL (IFOC) PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN STAND ALONE BERBASIS FUZZY LOGIC CONTROLLER	ELK – 14
Nurlita Gamayanti, Abdullah Alkaff, Ahmad Rusdiansyah	PENGEMBANGAN ALGORITMA HEURISTIK ANT COLONY SYSTEM UNTUK MENYELESAIKAN PERMASALAHAN DYNAMIC VEHICLE ROUTING PROBLEM DENGAN TIME WINDOW (DVRPTW) PADA PENYEDIA JASA INTER-CITY COURIER	ELK – 15
Nurpadmi, I Ketut Eddy Purnama	SEGMENTASI TULANG PADA CITRA CT MENGGUNAKAN DEFORMABLE MODEL	ELK – 16
Riyanto, I Ketut Eddy Purnama	SEGMENTASI CITRA DIATOM MENGGUNAKAN GRADIENT VEKTOR FLOW (GVF) SNAKE	ELK – 17
Sila Abdullah Syakry, Rahmat Syam, Mochammad Hariadi	PERBAIKAN CITRA SIDIK JARI BERMINYAK MENGGUNAKAN METODE WARD'S ALGORITHM DAN UNSHARP FILTERING	ELK – 18

Susijanto Tri Rasmana, Rusdhianto Effendie Abdul Kadier	PERANCANGAN SISTEM KEMUDI DAN NAVIGASI BERBASIS DATA KAMERA PADA AUTOMATIC GUIDED VEHICLE (AGV)	ELK – 19
Trihastuti Agustinah, Rohman Dwi K, Achmad Jazidie	SISTEM KONTROL FUZZY BERBASIS ROBUST H_{∞} DAN MODEL FUZZY TAKAGI-SUGENO UNTUK INVERTED PENDULUM	ELK – 20
Umar, M. Natsir R, Faanzir, Idham Jufri	OPTIMISASI PENEMPATAN KAPASITOR BANK PADA SISTEM TENAGA MENGGUNAKAN BINARY ENCODING GENETIC ALGORITHM	ELK - 21
Yusran, Mochamad Ashari, Adi Soeprijanto	PEMODELAN DAN SIMULASI ISOLATED SMALL HYDROELECTRIC PLANT (SHP)	ELK – 22
Yusran, Mochamad Ashari, Adi Soeprijanto	PEMODELAN DAN SIMULASI ISOLATED SMALL HYDROELECTRIC PLANT (SHP)	ELK - 23
Yoyok Prasetyo	MODEL KEPALA MANUSIA DENGAN ORIENTASI STRUKTUR ANATOMI UNTUK ANIMASI MIMIK BERBASIS KERUT WAJAH	ELK - 24

ANALISIS FASA KRISTAL BAHAN GLAS METALIK BERBASIS ZIRKONIUM ANTARA TEMPERATUR 410°C - 430°C

Haning Hasbiyati^{1*}, Triwikantoro²

Program Studi Magister Fisika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia^{1*}

Email : hasbee@physics.its.ac.id

Dosen Fisika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia²

Abstrak

Telah dilakukan analisis fasa kristal yang terbentuk pada bahan gelas metalik pada paduan $Zr_{69,5}Cu_{12}Ni_{11}Al_{7,5}$, $Zr_{68}Cu_{14}Ni_{11}Al_{7,5}$, dan $Zr_{64,5}Cu_{17}Ni_{11}Al_{7,5}$ yang dipanaskan pada temperatur 410°C, 420°C, dan 430°C selama 1 jam. Sampel diuji dengan difraksi sinar-X (XRD) sebelum dan sesudah pemanasan untuk mengetahui fasa kristal yang terbentuk. Hasil identifikasi menunjukan fasa kristal yang terbentuk selama pemanasan terdiri dari ZrO_2 berstruktur tetragonal sebagai fasa dominan. Selain itu terdapat fasa intermetalik $Cu_{10}Zr_7$ pada ketiga paduan. Ukuran butir fasa kristal yang terbentuk dihitung dengan menggunakan persamaan Scherrer. Untuk fasa ZrO_2 tetragonal ukuran kristalnya berkisar 5-16 nm dan $Cu_{10}Zr_7$ ortorombik berkisar antara 8-21 nm.

Kata kunci: gelas metalik, zirkonium, pemanasan

1. Pendahuluan

Bahan gelas metalik merupakan logam dengan struktur amorf dan bentuk seperti gelas. Kombinasi kekuatan dan keuletan tinggi pada paduan gelas memberikan tipe baru pada teknologi industri logam (Zhang, dkk., 2007). Selain itu diketahui bahwa bahan gelas metalik berbasis zirkonium, mempunyai stabilitas termal yang baik dan daerah supercooled liquid yang lebar (Wang, dkk., 2006). Sehingga bahan gelas metalik digunakan dalam beberapa aplikasi dalam industri yaitu untuk *casing handphone*, pisau bedah, raket tenis, dan perhiasan. Gelas metalik juga dikembangkan sebagai dasar material untuk nanoteknologi, karena tidak ada material logam yang prosesnya sebaik gelas metalik (Nanonet interview, 2004). Dalam penelitian ini akan dilakukan analisa terhadap fasa kristal terbentuk selama pemanasan 1 jam antara 410°C - 430°C pada bahan gelas metalik berbasis zirkonium Zr-Cu-Ni-Al yaitu $Zr_{69,5}Cu_{12}Ni_{11}Al_{7,5}$, $Zr_{68}Cu_{14}Ni_{11}Al_{7,5}$, dan $Zr_{64,5}Cu_{17}Ni_{11}Al_{7,5}$. Tujuan yang diharapkan adalah ukuran butir fasa kristal yang terbentuk mencapai ukuran nanometer.

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen. Paduan amorf yang digunakan dalam penelitian ini adalah paduan $Zr_{69,5}Cu_{12}Ni_{11}Al_{7,5}$, $Zr_{68}Cu_{14}Ni_{11}Al_{7,5}$, dan $Zr_{64,5}Cu_{17}Ni_{11}Al_{7,5}$. Sampel dipotong kemudian salah satu permukaannya dipoles dengan SiC dan dibersihkan dengan alkohol. Selanjutnya sampel dipanaskan dengan menggunakan *furnace* tak vakum pada temperatur 410-430°C

(variasi temperatur) selama 1 jam. Setelah dipanaskan sampel didinginkan di udara terbuka. Untuk mengetahui fasa kristal yang terbentuk sampel diuji dengan menggunakan difraksi sinar-X (*X-Ray Diffraction*). Perhitungan ukuran kristal menggunakan persamaan Scherrer :

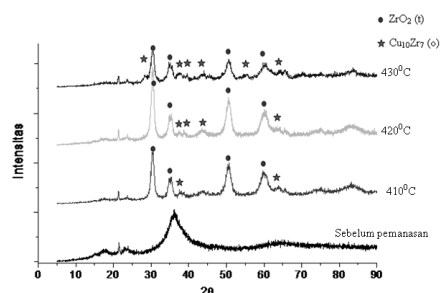
$$D = \frac{0,9\lambda}{B \cos \theta}$$

Dengan D adalah ukuran kristal, B lebar setengah puncak maksimum (*Full Width Half Maximum*), λ adalah panjang gelombang sinar-X dan θ adalah sudut Bragg pada puncak difraksi.

3. Hasil

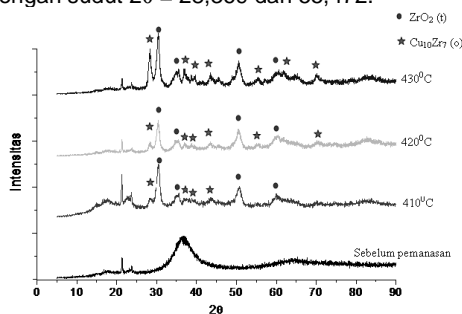
3.1 Identifikasi Fasa yang Terbentuk

Hasil difraksi sinar X untuk paduan dengan variasi komposisi dan variasi temperatur pemanasan dapat dilihat pada gambar 1-3 sebagai berikut.



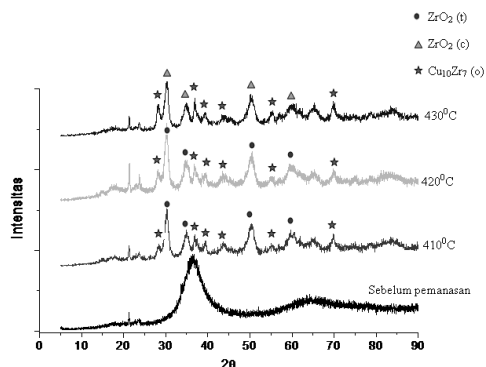
Gambar 1. Pola difraksi sinar-X paduan $Zr_{69,5}Cu_{12}Ni_{11}Al_{7,5}$ sebelum dan sesudah pemanasan selama 1 jam dengan variasi temperatur

Pola difraksi paduan $Zr_{69,5}Cu_{12}Ni_{11}Al_{7,5}$ sebelum dan sesudah pemanasan selama 1 jam dengan variasi temperatur terlihat pada Gambar 1. Fasa-fasa yang terbentuk dominan adalah ZrO_2 untuk setiap pemanasan. Fasa ZrO_2 untuk semua pemanasan berstruktur tetragonal pada sudut $2\theta = 30,417; 35,360; 50,622; \text{ dan } 60,108$ dengan no PDF 14-0534. Fasa intermetalik yang terbentuk untuk semua variasi pemanasan adalah $Cu_{10}Zr_7$ mempunyai struktur ortorombik dengan no PDF 43-0993 pada pemanasan $410^\circ C$ dengan sudut $2\theta = 37,464 \text{ dan } 63,911$. Pada pemanasan $420^\circ C$ muncul puncak dengan sudut $2\theta = 38,693$ dan $43,463$. Pada pemanasan $430^\circ C$ muncul puncak dengan sudut $2\theta = 28,369 \text{ dan } 55,472$.



Gambar 2. Pola difraksi sinar-X paduan $Zr_{68}Cu_{14}Ni_{11}Al_7$ sebelum dan sesudah pemanasan selama 1 jam dengan variasi temperature

Pola difraksi paduan $Zr_{68}Cu_{14}Ni_{11}Al_7$ sebelum dan sesudah pemanasan selama 1 jam dengan variasi temperatur ditunjukkan oleh Gambar 2. Terlihat bahwa fasa oksida dominan yang terbentuk tetap ZrO_2 untuk semua variasi pemanasan dengan no PDF 17-0923 yang berstruktur tetragonal pada semua sudut $2\theta = 30,493; 35,572; 50,720; \text{ dan } 59,660$. Fasa intermetalik yang terbentuk adalah $Cu_{10}Zr_7$ berstruktur ortorombik dengan no PDF 43-0993. Pada pemanasan $410^\circ C$ puncak terlihat dengan sudut $2\theta = 28,471; 36,750; 39,426; \text{ dan } 43,607$. Pada pemanasan $420^\circ C$ puncak bertambah pada sudut $2\theta = 55,374 \text{ dan } 69,934$. Pada pemanasan $430^\circ C$ puncak bertambah lagi pada sudut $2\theta = 61,852$.



Gambar 3. Pola difraksi sinar-X paduan $Zr_{64,5}Cu_{17}Ni_{11}Al_{7,5}$ sebelum dan sesudah pemanasan selama 1 jam dengan variasi temperatur

Pola difraksi paduan $Zr_{64,5}Cu_{17}Ni_{11}Al_{7,5}$ sebelum dan sesudah pemanasan selama 1 jam dengan variasi temperatur ditunjukkan oleh Gambar 3. Terlihat bahwa fasa oksida dominan yang terbentuk adalah ZrO_2 . Pada pemanasan $410^\circ C$ dan $420^\circ C$ terlihat pada sudut $2\theta = 30,34; 34,907; 50,494; \text{ dan } 60,371$ dengan no PDF 17-0923 yang berstruktur tetragonal. Namun pada pemanasan $430^\circ C$ fasa ZrO_2 berstruktur kubik dengan no PDF 03-0640 dengan sudut $2\theta = 30,34; 34,907; 50,461; \text{ dan } 60,371$.

3.2 Ukuran Butir

Ukuran butir kristal dihitung dengan menggunakan persamaan Scherrer disertai dengan koreksi alat. Analisis lebar setengah puncak (FWHM) yang digunakan untuk menghitung ukuran kristal dilakukan dengan bantuan software winfit karena dari hasil difraksi sinar-x tidak mencantumkan nilai FWHMnya. Perubahan ukuran kristal adalah merupakan indikasi terjadinya proses kristalisasi. Berikut ukuran butir pada paduan $Zr_{69,5}Cu_{12}Ni_{11}Al_{7,5}$, $Zr_{68}Cu_{14}Ni_{11}Al_7$, dan $Zr_{64,5}Cu_{17}Ni_{11}Al_{7,5}$ setelah pemanasan.

Tabel 1: Ukuran butir kristal yang terbentuk pada paduan $Zr_{69,5}Cu_{12}Ni_{11}Al_{7,5}$ setelah pemanasan.

Temperatur	Ukuran Butir $Cu_{10}Zr_7$ (nm)	Ukuran Butir $ZrO_2(t)$ (nm)
$410^\circ C$	8,697630	11,65795
$420^\circ C$	13,88433	15,24478
$430^\circ C$	12,71565	12,55175

Tabel 2: Ukuran butir kristal yang terbentuk pada paduan $Zr_{68}Cu_{14}Ni_{11}Al_7$ setelah pemanasan.

Temperatur	Ukuran Butir $Cu_{10}Zr_7$ (nm)	Ukuran Butir $ZrO_2(t)$ (nm)
$410^\circ C$	21,40955	5,94034
$420^\circ C$	12,30980	10,10774
$430^\circ C$	13,73009	6,462312

Tabel 3: Ukuran butir kristal yang terbentuk pada paduan $Zr_{64,5}Cu_{17}Ni_{11}Al_{7,5}$ setelah pemanasan

Temperatur	Ukuran Butir $Cu_{10}Zr_7$ (nm)	Ukuran Butir $ZrO_2(t)$ (nm)	Ukuran Butir $ZrO_2(c)$ (nm)
$410^\circ C$	9,334150	6,219154	-
$420^\circ C$	8,642940	15,93800	-
$430^\circ C$	9,694802	-	5,75792

Berdasarkan Tabel 1-3 menunjukkan ukuran butir kristal pada paduan Zr-Cu-Ni-Al masing-masing pemanasan untuk fasa oksida yaitu ZrO_2 tetragonal berkisar antara 5-16 nm dan ZrO_2 kubik berkisar 5 nm. Fasa intermetalik adalah $Cu_{10}Zr_7$ ortorombik berkisar antara 8-21 nm.

4. Pembahasan Hasil

Berdasarkan hasil uji XRD didapatkan fasa ZrO_2 dominan terbentuk, hal ini disebabkan pemanasan sampel berlangsung dalam furnace tak vakum, sehingga efek atmosfer dalam hal ini adalah oksigen berpengaruh terhadap pembentukan fasa kristal. Mekanismenya adalah molekul oksigen dari atmosfer ketika mencapai permukaan gelas metalik akan terjadi penyerapan secara cepat. Kemudian terjadi pemisahan molekul oksigen menjadi ion-ion oksigen. Dengan meningkatnya temperatur, energi termal yang diterima paduan juga bertambah dan energi ini digunakan oleh paduan untuk bereaksi dengan atmosfer (oksigen) membentuk oksida. Fasa kristal $\text{Cu}_{10}\text{Zr}_7$ merupakan fasa intermetalik yang terbentuk pada daerah eutektik yaitu pembentukan kristal dari fasa amorf menjadi kristal dengan komposisi yang berbeda sehingga Cu memiliki kemampuan difusi yang baik yang membuat Cu akan lebih cepat membentuk ikatan dengan Zr.

Ukuran butir kristal dengan penambahan temperatur ada yang meningkat dan ada juga yang menurun. Semakin tinggi temperatur yang diberikan semakin besar pula ukuran kristal yang terbentuk. Hal ini diperkuat dengan pola difraksi sinar-x dimana ketika temperatur dinaikkan, puncak difraksi yang muncul semakin tinggi dan tajam. Semakin tinggi temperaturnya maka lebar setengah puncak (FWHM) semakin kecil. Karena ukuran kristal berbanding terbalik dengan nilai FWHM, maka semakin kecil FWHMnya ukuran kristal yang terbentuk semakin besar. Ukuran butir kristal yang meningkat dengan peningkatan temperatur disebabkan oleh semakin besar energi termal yang diterima oleh paduan. Energi termal ini digunakan untuk bertransformasi dari amorf ke kristal. Pada penurunan ukuran butir kristal dengan peningkatan temperatur, kemungkinan karena terjadinya transformasi dari fasa kristal yang satu ke fasa kristal yang lain.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil karakterisasi termal pada paduan $\text{Zr}_{69,5}\text{Cu}_{12}\text{Ni}_{11}\text{Al}_{7,5}$, $\text{Zr}_{64,5}\text{Cu}_{17}\text{Ni}_{11}\text{Al}_{7,5}$, dan $\text{Zr}_{68}\text{Cu}_{14}\text{Ni}_{11}\text{Al}_7$ pada temperatur 410°C , 420°C , dan 430°C fasa oksida dominan yang terbentuk adalah ZrO_2 berstruktur tetragonal dengan ukuran butir kristal berkisar antara 5-16 nm. Fasa intermetalik yang terbentuk adalah $\text{Cu}_{10}\text{Zr}_7$ berstruktur ortorombik dengan ukuran butir kristal berkisar antara 8-21 nm.

6. Pustaka

- Cullity, B.D., Stock, S.R., (2001), *Elements of X-ray diffraction*, Prentice Hall.
- Nanonet.go.jp (2008) "Metallic Glass" opens a new field in materials science—Development of new light-weight, high-strength materials —
<http://www.nanonet.go.jp/english/mailmag/2004/014a.html>.
- Wang, X.D., Wang, Q., Jiang, J.Z. (2006), "Avrami exponent and isothermal crystallization of Zr/Ti-based bulk metallic

glasses", *Journal of Alloys and Compounds*, Vol. 440, hal. 189–192.

Zhang, W., Jia, F., Zhang, Q., Inoue, A. (2007), "Effects of additional Ag on the thermal stability and glass-forming ability of Cu–Zr binary glassy alloys", *Materials Science and Engineering A*, Vol. 459, hal. 330–336.